

## Structures in Confined Light

720. WE-Heraeus-Seminar

Wie verändert sich die Struktur des Lichts, wenn es lokalisiert wird, und wie lassen sich die damit einhergehenden Effekte nutzen? Diesen Fragenkomplex diskutierten am 16. und 17. August 60 Forscherinnen und Forscher aus 13 Ländern lebhaft. Aufgrund der COVID-Pandemie fand das Seminar online auf der Plattform MeetAnyWay statt, was aber den Diskussionen keinerlei Abbruch tat.

Strukturen im Licht werden oft an den Singularitäten in der optischen Phase oder der Polarisation festgemacht und spiegeln sich so auch in der Intensitätsverteilung wider. Die Beschreibung dieser Phänomene bedient sich häufig aus anderen Bereichen der Physik, zum Beispiel der Hydrodynamik, da Phasensingularitäten aufgrund der um sie herum zirkulierenden Phase auch optische Wirbel genannt werden. Und Polarisationssingularitäten lassen sich wie Fehlstellen in einem Kristall klassifizieren. In dieser Tradition haben während des Seminars verschiedene Sprecher die Realisierung von sog. Skyrmionen in Lichtfeldern vorgestellt und deren Topologie beleuchtet.

Überhaupt war die Verbindung von Topologie zur Optik und Photonik das zentrale, verbindende Thema des Seminars. Die räumliche Beschränkung des Lichtfelds hat dabei Konsequenzen für die Verteilung und Anordnung von Phasen und Polarisationssingularitäten vom makroskopischen zum nanoskopischen Längensbereich.

Ein anderes Thema, das mehrere Sprecherinnen und Sprecher von verschiedenen Blickrichtungen aus behandelten, waren Wechselwirkungen von strukturierten Lichtfeldern mit Materie an Oberflächen. Hierzu gehören die hohen mechanischen Spannungen, die durch die optischen Felder in hochgradig polarisierbaren Emittoren erzeugt werden, oder auch Casimir-Polder-Kräfte, die durch die Lokalisierung des Lichts einen Drehimpuls auf Atome übertragen können. Optische Drehimpulse und die damit verbundene Händigkeit des Lichts schließen ihrerseits an die Orientierung von Skyrmionen an oder dienen zur Charakterisierung chiraler Moleküle.

Wir danken der WE-Heraeus-Stiftung herzlich für die Unterstützung dieser Tagung, die auch im Rahmen des „International Max Planck Partnerships“ zwischen Universitäten in Schottland und Max-Planck-Instituten in Deutschland stattfand. Für viele Promovierende war dieses Seminar eine erste Gelegenheit, sich mit ihren Kolleginnen und Kollegen intensiv auszutauschen – entsprechend wurde diese Möglichkeit enthusiastisch wahrgenommen.

**Dr. Jörg Götte**, U Glasgow, UK  
**Prof. Dr. Peter Banzer**, U Graz, Österreich  
**Dr. Ilja Gerhardt**, MPI-FKF Stuttgart

## Tethered Membranes: Fundamentals and Applications (TETHMEM)

752. WE-Heraeus-Seminar

In den letzten Jahren haben oberflächen-gestützte Membranen zunehmend an Akzeptanz bei der Untersuchung komplexer biologischer Prozesse sowie bei pharmazeutischen und diagnostischen Anwendungen gewonnen. Diese Entwicklung hat das 752. WE-Heraeus-Seminar zum Anlass genommen, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Europa, Asien und den USA zusammenzubringen und ein Hybrid-Meeting vom 29. August bis 1. September im Physikzentrum Bad Honnef durchzuführen. 28 Teilnehmende waren vor Ort, bis zu 17 weitere wurden online zugeschaltet. Es fühlte sich geradezu so an, als wenn auch diese Personen direkt dabei wären. Dadurch entstand eine diskussionsfreudige Atmosphäre. So folgte auf jeden Vortrag eine lebhaftere Diskussion von 15 Minuten, die zum Teil beim Kaffee, Essen und den ausgestellten Postern intensiv fortgeführt wurde und die von der Tradition profitierte, auch unveröffentlichte Ergebnisse offen zu teilen. Das persönliche Treffen hat neue und alte Kooperationen befördert und den jungen Forschenden ermöglicht, Forschungsgruppen zu identifizieren, die ihrer wissenschaftlichen Laufbahn förderlich sind.

Das Seminar begann mit einem Abendvortrag von Wolfgang Knoll, der quasi der „Begründer“ der TETHMEM-Tagungen ist. Er lieferte einen historischen Überblick über das Gebiet der „tethered membranes“ und schloss mit aktuellen Ergebnissen ab. Die weiteren Präsentationen zeigten, dass sich das Feld in Richtung komplexer Membransysteme bewegt, um komplexe biologische Fragen zu beantworten. Neha Kamat und Susan Daniel erläuterten z. B. die jüngsten Fortschritte bei der Verwendung von zellfreien Expressionssystemen zur Protein-Rekonstitution in Lipidmembranen auf Oberflächen. Motiviert durch die Pandemie konzentrierten sich mehrere Vorträge auf die Verwendung von Plattformen zur Nachahmung von Zellmembranen, um die Lebenszyklen von Viren zu untersuchen, sowie auf mechanistische Darstellungen der Impfstoffaufnahme, um zu zeigen, wie biophysikalische Ansätze auf der Grundlage solcher Systeme die laufende Forschung in der Zellbiologie und Virologie ergänzen können.

Ohne die WE-Heraeus-Stiftung mit ihrer fantastischen Organisation, der hervorragenden Technik und der finanziellen Unterstützung wäre dieses Seminar so nicht möglich geworden. Vielen Dank dafür!

**Prof. Dr. Marta Bally**, U Umea;  
**Prof. Dr. Fredrik Höök**, Chalmers U  
**Prof. Dr. Claudia Steinem**, U Göttingen

# continuous.

Multi-purpose: From component testing to microresonators



Continuously

Tunable Laser

880 .. 1630 nm

### CTL

- Wide mode-hop-free tuning (up to 120 nm)
- High resolution (down to kHz level)
- Perform measurements at the quantum limit with low noise & drift (linewidth < 10 kHz)
- User friendly control panel and remote control
- Maintenance-free operation with FLOW

Contact our experts for discussing the integration in your setup



[www.toptica.com/continuous](http://www.toptica.com/continuous)

## Modern Developments in Quantum Chaos

### 753. WE-Heraeus-Seminar

Quantenchaos ist ein zentrales Thema der modernen Quantenphysik, welches sich mit der Beschreibung komplexer Prozesse in einer Vielzahl von Domänen beschäftigt – angefangen von atomaren und nuklearen Systemen über Quantenoptik und phasenkohärenten Transport hin zu einer Reihe interessanter theoretischer Vielteilchensysteme, einschließlich angedachter Modellsysteme für Schwarze Löcher.

Dieses Seminar, das vom 20. bis 24. September im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, behandelte die jüngsten Fortschritte in diesem Gebiet, das der 2019 verstorbene Physiker Fritz Haake maßgeblich geprägt hat. Das Hybridformat erlaubte es, jüngere und etablierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Weggefährten Haakes aus aller Welt zusammenzuführen. Mithilfe der verbindenden Wirkung universeller quantenchaotischer Sichtweisen konnten die Teilnehmer ihre aktuellen Einsichten in einen weiteren Kontext stellen. Als Beispiel sei die Frage nach statistisch universellem Systemverhalten genannt, welches eine zentrale Rolle in Vorträgen über Einzel- wie auch Vielzahlssysteme einnahm, und zwar nicht nur hinsichtlich der Bedingungen und Aspekte, die universelle Eigenschaften erlauben, sondern auch hinsichtlich der Vorgänge, die zu spezifischen Abweichungen davon führen können. Eine ebenso überordnende Wirkung entfachten topologische Aspekte, die zu robusten Phänomenen führen, deren Hauptgesichtspunkte nur von einigen wenigen konkreten Symmetrieeigenschaften herrühren. Umgekehrt erwies sich quantenchaotisches Verhalten prägend in experimentellen Anwendungen und erweiterten Sichtweisen, sei es hinsichtlich der Wellenausbreitung in photonischen Strukturen oder des Informationsverlusts in offenen oder zufällig gemessenen Systemen. Abgerundet wurde die Veranstaltung durch einen Gedenknachmittag mit einem „Fritz-Kolloquium“ von Maciej Lewenstein sowie persönlichen Beiträgen u. a. von Julia Haake, Sir Michael Berry und weiteren engen Freunden und Doktorkindern.

Unser herzlicher Dank gilt der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die hervorragende finanzielle Förderung und organisatorische Unterstützung des Seminars, sowie dem Physikzentrum Bad Honnef für die einladende Atmosphäre sowie die umfassende technische Hilfestellung.

**Prof. Dr. Sven Gnutzmann**, U Nottingham, Großbritannien; **Prof. Dr. Thomas Guhr**, U Duisburg-Essen; **Prof. Dr. Henning Schomerus**, Lancaster U, Großbritannien; **Prof. Dr. Karol Życzkowski**, Jagiellonen-U Krakau, Polen

## Quantenphysik an der Schule

### Workshop der Heisenberg-Gesellschaft

Der 7. Workshop der Heisenberg-Gesellschaft fand vom 16. bis 18. Juli im Hotel Schloss Schweinsburg in Neukirchen an der Pleiße statt. Von 56 Teilnehmenden waren 40 aktive Lehrkräfte oder in der Lehramtsausbildung Tätige, davon 14 aus ostdeutschen Ländern.

Die Rückmeldebögen der Teilnehmer zeigen eine positive Resonanz und bestätigen das Konzept, eine Kombination aus Vorträgen zu physikalischen Forschungsthemen, fachdidaktischen Fragen und philosophischen Aspekten anzubieten, ohne den Unterrichtsbezug und den praktischen Erfahrungsaustausch aus den Augen zu verlieren. Besonders geschätzt wird stets die Vorführung und Erläuterung schulischer Demonstrationsexperimente.

Der Eröffnungsvortrag von Ferdinand Schmidt-Kaler (Mainz) war Quantencomputern mit Ionen gewidmet. Daran knüpfte Rainer Müller (Braunschweig) an, der den Bezug der neuen Quantentechnologien zu den Wesenszügen der Quantenphysik herstellte. Ebenfalls mit Blick auf den Physikunterricht beleuchtete Oliver Passon (Wuppertal) das nichttriviale Verhältnis der Quantentheorie zur „klassischen“ Physik. Til Birnstiel (München) führte die Hörerschaft an die Grenzen aktueller Forschung, und zwar beim Thema Planetenentstehung und der spannenden Suche nach Exoplaneten.

Gesche Pospiech (Dresden) referierte über verschränkte Zustände und schlug den Bogen von den Pionieren der 1930er-Jahre bis zur heutigen Quantenteleportation. Meinard Kuhlmann (Mainz) erläuterte das Problem des quantenmechanischen Messprozesses und stellte Interpretationsansätze vor, die in der Literatur als mögliche Lösungen gelten. Wie zu erwarten, gab es dazu im Auditorium keinen Konsens. Ein spontanes Podium mit Meinard Kuhlmann, Oliver Passon und Helmut Fink führte diese Interpretationsdebatte fort.

Zwei praktische Vorträge beschlossen das Tagesprogramm: Ludger Wöste (Berlin) erklärte das Prinzip des Stickstoff- und Farbstofflasers und führte in überaus lebendiger Weise ein schultaugliches Eigenbaumodell „aus dem Koffer“ vor. Jörn Schneider (Dormagen) stellte einen Modellversuch zur Quantenkryptographie im Unterricht vor.

Tobias Jung (Schäftlarn) gab einen Abriss über wichtige Strömungen der Wissenschaftstheorie mit Physikbezug, bevor Alexander Blum (Potsdam) die Forschungsgeschichte der Gravitationswellen entfaltete. Zum Abschluss lieferte Peter Jakob (Würzburg) einen reichhaltigen Einblick in

Grundlagen und Anwendungen der Kernspintomographie.<sup>+)</sup>

Die Heisenberg-Gesellschaft dankt der Wilhelm- und Else-Heraeus-Stiftung für die großzügige Förderung.

**Helmut Fink**, U Erlangen-Nürnberg

## Axions and WISPs

### Bad Honnef Physics School

Sowohl Axionen als auch WISPs (Weakly Interacting Slim Particles) sind von großem Interesse, um die Ungereimtheiten des Standardmodells und das Mysterium der Dunklen Materie zu verstehen. Einige Parameterbereiche von Axion Like Particles (ALPs) wurden in den letzten Jahrzehnten untersucht und ausgeschlossen, während das Interesse an den bislang unentdeckten Teilchen in vielen Bereichen der Physik stieg.

Zur Freude aller Teilnehmenden konnte die Veranstaltung hybrid stattfinden, wobei sich Vortragende sowie Zuhörende online dazu schalten konnten. Diejenigen, die in Präsenz teilnahmen, haben sich besonders über den ausführlichen Austausch in Kaffeepausen und in den Abendstunden gefreut.

Vom Standardmodell über Kosmologie und Astrophysik bis zur experimentellen Suche waren die Themen der Vorträge weit gefächert. Sie sprachen unter anderem folgende Fragen an: Wie motivieren das starke CP-Problem und Stern-Entwicklung Teilchen wie das Axion? Welche Einschränkungen gibt es an Eigenschaften dieser neuen Teilchen, beispielsweise Masse und Kopplungsstärke? Wo sucht man nach ALPs und WISPs und wie lässt sich diese Suche experimentell realisieren?

Neben den regulären Vorträgen, die eine gute Diskussionsbasis sowohl für die anwesenden Experimentalphysiker als auch Theoretiker geschaffen haben, gab es zwei Spezialvorträge: zum anomalen magnetischen Moment des Muons und dessen Verbindung zu ALPs von Paride Paradisi (Padova) und einen Vortrag des Helioskop- und Haloskopexperimentierfinders P. Sikivie (University of Florida).

Auch die Teilnehmenden trugen zur Physikscheule bei, beim nachmittäglichen Aufgabelösen im Grünen sowie bei einer diskussionsreichen Postersession. Um nach dem vielen Sitzen das Gehirn wieder mit Sauerstoff zu versorgen, gab es eine Wanderung durch das nahegelegene Siebengebirge, bei der sowohl die Löwenburg als auch der Drachenfels erklommen wurden.

Ein großer Dank gilt den Organisatoren Igor Garcia Irastorza (Zaragoza), Joerg Jaeckel (Heidelberg) und Klaus Desch (Bonn) sowie der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

**Johanna von Oy**, U Bonn

+) Sämtliche Vortragspräsentationen sind hier dokumentiert: <https://www.heisenberg-gesellschaft.de/unterlagen-workshop-2021.html>